



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 10 131 A 1**

⑤⑦ Int. Cl.7:  
**G 08 C 19/02**

⑲ Aktenzeichen: 102 10 131.0  
⑳ Anmeldetag: 8. 3. 2002  
㉔ Offenlegungstag: 18. 9. 2003

**DE 102 10 131 A 1**

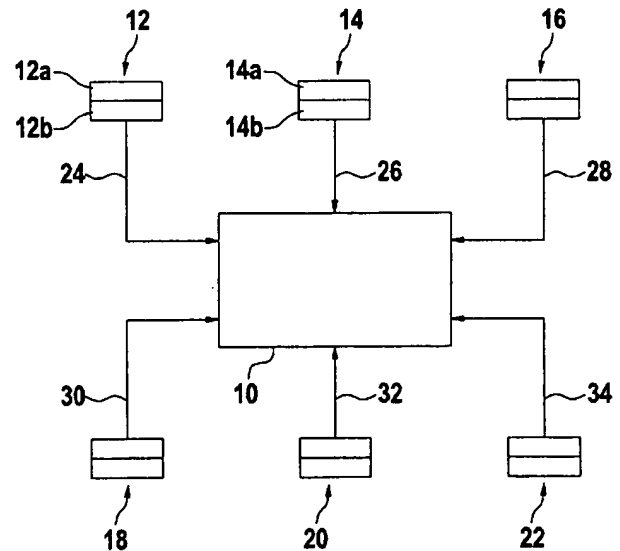
⑦① Anmelder:  
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:  
Otterbach, Jens, 57482 Wenden, DE; Ohl, Christian,  
72793 Pfullingen, DE; Kocher, Pascal, 70839  
Gerlingen, DE; Nitsche, Gerald, 72501  
Gammertingen, DE; Schomacker, Jochen, 72762  
Reutlingen, DE; Ulmer, Michael, 72116 Mössingen,  
DE; Aidam, Rolf, 79346 Endingen, DE; Adam, Boris,  
71126 Gäufelden, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤④ Verfahren zur Datenübertragung von einem Sensor zu einer Steuereinheit, Sensor und Steuereinheit

⑤⑦ Es wird ein Verfahren zur Datenübertragung von einem Sensor zu einer Steuereinheit sowie Sensor und Steuereinheit vorgeschlagen, wobei die Sensoren sowohl Differenzwerte als auch Absolutwerte übermitteln. In der Steuereinheit werden die Differenzwerte zur Durchführung der vorgesehenen Funktion, die Absolutwerte zur Plausibilisierung zur Funktion ausgewertet.



**DE 102 10 131 A 1**

## Beschreibung

## Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Datenübertragung von einem Sensor zu einer Steuereinheit sowie einen entsprechenden Sensor und eine entsprechende Steuereinheit für Rückhaltesysteme.

[0002] Aus den noch nicht veröffentlichten deutschen Patentanmeldungen 101 14 504.7 vom 23.03.2001 und 101 49 332.0 vom 06.10.2001 sind Verfahren zur Übertragung von Daten von wenigstens einem Sensor zu einem Steuergerät insbesondere in Verbindung mit Rückhaltesystemen bekannt, bei welchem die Daten mittels Strommodulation über eine Zweidrahtleitung von den Sensoren zu einem Steuergerät nach Maßgabe eines vorgegebenen Formats übertragen werden. Das Format der Datenübertragung sieht eine feste Zuordnung von Teilen des zur Verfügung stehenden Wertebereichs für die Datenübertragung zu den Sensorwerten vor, wobei ein erster Teil des Wertebereichs für Sensorwerte, d. h. Nutzdaten, ein zweiter Teil für Status- und Fehlermeldungen und ein dritter Teil für Sensoridentifikationsdaten verwendet wird. Diese Teile sind voneinander getrennt und folgen aufeinander bei der Übertragung.

[0003] Ferner ist in einer Vielzahl von Anwendungen, insbesondere auch in Verbindung mit Rückhaltesystemen, die Verwendung von Drucksensoren bekannt, welche verteilt im Fahrzeug angeordnet sind und über eine solche oder eine andere Schnittstelle mit einer zentralen Steuereinheit verbunden sind.

## Vorteile der Erfindung

[0004] Durch die Übertragung eines Absolutdruckwertes bei Drucksensoren, welche als Nutzdaten einen Differenzdruck übermitteln, wird es in vorteilhafter Weise ermöglicht, eine Funktionsverifikation dieser Drucksensoren und damit eine Fehlererkennung in einem System durchzuführen, welches aus mindestens zwei Sensoren und einem Zentralsteuergerät besteht.

[0005] Von besonderem Vorteil ist, dass eine fehlerfreie Funktion aller im System sich befindenden Drucksensoren bei kostengünstiger Softwarerealisierung ohne zusätzlichen Hardwareaufwand bereitgestellt wird. Eine Einführung einer Fehlererkennung bei einem solchen Sensorsystem wird somit ohne Systemänderung allein durch Softwareänderung möglich.

[0006] Besonders vorteilhaft ist es, die Übertragung des Absolutdruckwertes anstelle des Differenzdruckmeßwertes im Rahmen der Initialisierungsphase des Systems zu übermitteln. Auf diese Weise wird vor Beginn des Betriebs des Systems eine Überprüfung der Drucksensoren ermöglicht.

[0007] Im besonders einfacher Weise wird zur Datenübertragung die bekannte strombasierte Zweidrahtschnittstelle verwendet.

[0008] In besonders vorteilhafter Weise wird gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung eine Überprüfung von Drucksensoren in einem Sensorsystem mit zentraler Steuereinheit während des laufenden Betriebs ermöglicht, wenn die Übertragung von Absolutdruckwerten während des laufenden Betriebs des Systems mit der Übertragung von Differenzdruckwerten gemischt werden.

[0009] Als besonders vorteilhaft hat sich dabei herausgestellt, die Absolutdruckwerte bei einer Schnittstelle, deren Wertebereich für die Datenübertragung in wenigstens zwei Teile aufgeteilt ist, in dem Teil des Wertebereichs vorzunehmen, der nicht für die Sensormeßwerte, d. h. die Differenzdruckwerte, zur Verfügung steht. Dadurch wird eine gegen-

seitige Beeinflussung von Meßwert und Absolutdruckwert wirksam vermieden.

[0010] Besonders vorteilhaft ist es, die Absolutdruckwerte bei dem im eingangs genannten Stand der Technik beschriebenen Datenformats in einen Wertebereich zu codieren, der außerhalb des Nutzsignalwertebereichs liegt, wobei den Absolutdruckwerten zusätzlich Identifikationscodes zugeordnet werden. Sowohl der Identifikationscode als auch das Datenwort befinden sich außerhalb des Wertebereichs der Differenzdruckmeßwerte, so dass vorteilhafter Weise eine Verwechslung der einzelnen Druckwerte nicht stattfinden kann.

[0011] In vorteilhafter Weise erfolgt eine Übertragung der Absolutdruckwerte nur so lange, solange keine signifikante Signaländerung des Differenzdrucks vorhanden ist. Sobald eine solche erfolgt, wird die laufende Absolutdruckübertragung gestoppt und auf Differenzdruckübertragung umgeschaltet. Dadurch wird, insbesondere bei Anwendung in Verbindung mit Rückhaltesystemen, der Systembetrieb und der damit bezweckte Erfolg nicht beeinträchtigt.

[0012] Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen bzw. aus den abhängigen Patentansprüchen.

## Zeichnung

[0013] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert. Fig. 1 zeigt dabei ein Übersichtsbild eines Sensorsystems mit zentraler Steuereinheit, während in den Fig. 2 bis 4 anhand von Flußdiagrammen die Vorgehensweise zur Datenübertragung in Verbindung mit Drucksensoren, vorzugsweise bei Rückhaltesystemen, skizziert ist.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

[0014] Fig. 1 zeigt eine zentrale Steuereinheit 10, welche mit dezentral angeordneten Sensoren 12, 14, 16, 18, 20, 22 verbunden ist. Die Sensoren bestehen dabei jeweils aus einem Sensorelement (vgl. 12a, etc.) und einem Schnittstellenbaustein (vgl. 12b, etc.), welcher dem bevorzugten Ausführungsbeispiel als ASIC ausgeführt ist und in dem als Programm oder Ablaufsteuerung die nachfolgend geschilderte Vorgehensweise zur Datenübertragung implementiert ist. Die im bevorzugten Ausführungsbeispiel unidirektionale Datenübertragung von den Sensoren zur zentralen Steuereinheit erfolgt über Zweidrahtleitungen 24 bis 34, welche im Rahmen einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung mit der zentralen Steuereinheit 10 und den dezentralen Sensoren verbunden sind. In anderen Ausführungsbeispielen wird eine Busverbindung eingesetzt.

[0015] Eine bevorzugte Anwendung des in Fig. 1 dargestellten Systems, wobei sich die Anzahl der Sensoren von der in Fig. 1 dargestellten unterscheiden kann, ist in Verbindung mit Rückhaltesystemen für Automobile. Bei den Sensoren handelt es sich dabei um Drucksensoren, die einen auf sie ausgeübten Druck erfassen. Auf der Basis dieses gemessenen Absolutdruckes ist es einem einzelnen Drucksensor nicht möglich, zu bewerten, ob die gewonnene Druckinformation korrekt ist. Auf der anderen Seite verfügt bei einem wie in Fig. 1 ausgestalteten System die Zentralsteuereinheit über mehrere Druckinformationen von mehreren Drucksensoren, die untereinander nicht kommunizieren, jedoch alle ihre Druckwerte an die zentrale Steuereinheit übertragen. Daher ist diese in der Lage, auf der Basis der Absolutdruckwerte der einzelnen Sensoren diese miteinander auf Plausibilität zu vergleichen und Fehlfunktionen abzuleiten. Da das Druckgefälle innerhalb des Systems, insbesondere innerhalb eines Kraftfahrzeugs, vernachlässigbar gering ist, müssen

bei korrekter Funktion die Absolutdruckwerte der einzelnen Sensoren in einem definierten Toleranzband zueinander liegen. Auf dieser Basis lassen sich also bei Rückhaltesystemen die Absolutdruckwerte in der zentralen Steuereinheit vergleichen und auf Plausibilität prüfen.

[0016] Eine mögliche Vorgehensweise für die Realisierung dieser Plausibilitätsüberprüfung ist anhand des Flußdiagramms der Fig. 3 dargestellt. Dieses skizziert das Programm eines in der zentralen Steuereinheit 10 enthaltenen Mikrocomputers. Das Programm wird in vorgegebenem Takt durchlaufen. Zunächst wird in Schritt 100 die von den Sensoren gelieferten Absolutmeßwerte PABS1 bis PABS<sub>n</sub> (n ist die Sensorenanzahl) eingelesen. Danach wird in Schritt 102 ein Druckreferenzwert Pref gebildet. Je nach Ausführung ist dieser entweder einer der Sensordruckwerte oder ein Mittelwert von Sensordruckwerten, etc. Im darauf folgenden Schritt 104 werden die einzelnen Drucksensordruckwerte mit dem Referenzwert verglichen. Daraufhin wird im Schritt 106 überprüft, ob eine unzulässige Abweichung zwischen einem Sensorwert und dem Referenzwert besteht. Ist dies der Fall, so wird gemäß Schritt 108 ein Fehler in dem betroffenen Drucksensor ermittelt, während bei fehlender unzulässiger Abweichung, das heißt wenn alle Sensorsignale innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbands liegen, ein fehlerfreier Betrieb angenommen wird.

[0017] Andere Vorgehensweise, z. B. Vergleiche der Druckwerte untereinander, zur Plausibilisierung werden in anderen Ausführungen ebenfalls eingesetzt.

[0018] In vielen Anwendungen hat es sich als geeignet erwiesen, nicht Absolutdruckwerte zur Durchführung der Steuerungsaufgaben zu übertragen, sondern Differenzdruckwerte, beispielsweise den Differenzwert zwischen einem Referenzdruck und dem aktuellen gemessenen Druck. Auf diese Weise werden Umgebungsparameter bereits im Sensor berücksichtigt, so dass die übertragenen Druckmeßwerte in der zentralen Steuereinheit nicht zusätzlich bewertet werden müssen. In diesen Fällen ist im Rahmen der oben geschilderten Funktionsüberprüfung der Sensoren dafür zu sorgen, dass neben oder anstelle der Differenzdruckübertragung eine Übertragung der Absolutdruckwerte erfolgt.

[0019] In einem ersten Ausführungsbeispiel hat es sich als geeignet erwiesen, die Absolutdruckübertragung in der Initialisierungsphase durchzuführen, nach Abschluß der Initialisierungsphase auf eine Differenzdruckübertragung überzugehen. Die Überprüfung der Sensoren in diesem Fall erfolgt daher in der Initialisierungsphase anhand der übertragenen Absolutdruckwerte.

[0020] Diese Ausführung ist anhand des Flußdiagramms der Fig. 2 skizziert. Dieses beschreibt den Ablauf im Schnittstellenbaustein eines Drucksensors. Mit Einschalten des Systems (INIT-Phase) wird im ersten Schritt 200 der Druckmeßwert eingelesen. Dieser wird dann gemäß Schritt 202 an die zentrale Steuereinheit übertragen. Danach wird im Schritt 204 überprüft, ob die Initialisierungsphase beendet ist. Ist dies nicht der Fall, werden die Schritte 200 und 202 wiederholt. Im anderen Fall wird im Schritt 206 der Druckmeßwert eingelesen und in Schritt 208 der Differenzdruckwert Pdiff gebildet. Dies erfolgt beispielsweise durch Differenzbildung des Druckmeßwertes und einem Referenzdruckwert, beispielsweise einem Mittelwert auf früher gemessenen Druckwerten. Danach wird in Schritt 210 der Differenzdruckwert übertragen. Die Schritte 206 bis 210 werden so lange wiederholt, bis der Betriebszyklus, beispielsweise durch Abschalten der Versorgungsspannung beendet ist. Dadurch wird eine kontinuierliche Übertragung des Differenzdruckwertes sichergestellt.

[0021] Als Schnittstelle zwischen Sensoren und zentraler Steuereinheit ist je nach Ausführungsbeispiel eine Punkt-zu-

Punkt-Schnittstelle zu jedem Sensor oder ein alle Komponenten verbundenes Bussystem vorgesehen. Bei einer Punkt-zu-Punkt-Schnittstelle hat es sich in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel als geeignet erwiesen, eine wie im eingangs genannten Stand der Technik skizzierte strombasierte Zweidrahtschnittstelle vorzusehen.

[0022] Das oben skizzierte, erste Ausführungsbeispiel beschreibt die Übertragung von Absolutdruckwerten in der Initialisierungsphase. Eine Überprüfung der Sensorfunktion während des laufenden Betriebs ist bei einer solchen Realisierung nicht möglich. Daher ist im Rahmen eines zweiten Ausführungsbeispiels alternativ oder ergänzend vorgesehen, eine Übertragung des Absolutdruckwertes auch im laufenden Betrieb zuzulassen und dadurch eine Fehlererkennung in dem Sensorsystem auf die oben aufgezeigt Art und Weise auch im laufenden Betrieb des Systems zu ermöglichen.

[0023] Wird wie oben erwähnt eine Übertragung von Druckdifferenzwerten bzw. normierten Differenzdruckwerten durchgeführt, um unabhängig vom Umgebungsdruck und damit unabhängig von der aktuellen Höhe oder wetterbedingten Druckschwankungen zu sein, sind Maßnahmen zu ergreifen, die es erlauben, zusätzlich zu diesen Differenzdruckwerten auch Absolutdruckwerte zu übertragen. Unter normierten Druckwerten sind dabei Druckwerte zu verstehen, die derart normiert sind, dass nur bei dynamischen Druckschwankungen ein Signal ungleich 0 gesendet wird. Das heißt bei stationären Druckwerten ist der Signalwert 0. Auch hier können Fehler im Sensor, die sich durch ein zeitlich konstantes Ausgangssignal auszeichnen, nicht erkannt werden.

[0024] Somit ist vorgesehen, während des normalen Betriebs des Systems bei der Übertragung vom Sensor zur zentralen Steuereinheit in die Übertragung des normierten Differenzdruckwertes zusätzlich Absolutdruckwerte zu mischen. Die übermittelten Absolutdruckwerte werden dann von der zentralen Steuereinheit wie oben dargestellt miteinander verglichen und daraus Indizien für eine korrekte bzw. fehlerhafte Funktion der einzelnen Sensoren abgeleitet.

[0025] Eine Übertragung von Absolutdruckwerten erfolgt dabei nur so lange, solange keine signifikante Signaländerung auf dem Differenzdruck vorhanden ist. Sobald eine solche Differenzdruckänderung erkannt wird, stoppt der Sensor sofort die möglicherweise laufende Absolutdruckübertragung und schaltet auf Differenzdruckübertragung um. Durch diese Maßnahme wird gewährleistet, dass keine Systemperformance durch das zusätzliche Übertragen von Absolutdruckwerten verlorengeht.

[0026] Ferner ist eine Datenvermischung oder Verwechslung nicht möglich, da die unterschiedlichen Datentypen (Absolutdruck, Differenzdruck) über ihren Wertebereich eindeutig zuordenbar sind.

[0027] Im bevorzugten Ausführungsbeispiel stellt die Schnittstelle zwischen Sensor und zentraler Steuereinheit eine strombasierten Zweidrahtschnittstelle wie aus dem eingangs genannten Stand der Technik bekannt dar. Hier erfolgt die Unterscheidung zwischen Absolutdruckdaten und Differenzdruckdaten einmal durch eine entsprechende Kennzeichnung der Daten mit unterschiedlichen Identifikationscodes. Zum anderen wird der Absolutdruckwert in ein Datenwort codiert, dessen Wertebereich außerhalb des Wertebereichs der Nutzdaten (Differenzdruck) liegen.

[0028] In anderen Ausführungen reicht eine der dargestellten Maßnahmen aus.

[0029] Die Absolutdruckwerte bestehen also aus einer Kombination aus Identifikationscode und Datenwort, wobei sich sowohl der Identifikationscode als auch das Datenwort außerhalb des Datenbereichs der Differenzdruckwerte befindet. Damit ist gewährleistet, dass die Absolutdruckwerte

nicht mit regulären Differenzdruckwerten verwechselt werden.

[0030] Dabei ist im bevorzugten Ausführungsbeispiel der Wertebereich für die Datenübertragung wie im eingangs genannten Stand der Technik genannt im wesentlichen dreigeteilt, wobei ein mittlerer Bereich die Nutzdaten umfaßt, im vorliegenden Fall die Differenzdruckdaten, die Bereiche außerhalb des Nutzdatenbereichs Statusangaben, Identifikationsdaten etc. umfassen. Zur Übertragung der Absolutdruckwerte und zum Ausschließen von Kollisionen ist vorgesehen, den Absolutdruckwerten einen eigenen Identifier vorzuschalten und die Absolutdruckwerte als Datenwort zu senden, welches einen Wertebereich aufweist, der außerhalb des Nutzdatensignals, beispielsweise also im Statusangabebereich, liegt. In Folge der geringen Wortlänge in diesen Bereichen ist das Absolutdruckdatenwort aufgeteilt und wird versehen mit einem entsprechenden Identifier in mehreren Portionen gesendet.

[0031] Unter Absolutdruckwert wird der aktuelle gemessene Druckwert verstanden, während zur Bildung des Differenzdruckwertes ein Mittelwert aus vergangenen gemessenen Druckwerten, der zum aktuell gemessenen Druckwert in Beziehung gesetzt wird, verwendet wird.

[0032] Fig. 4 zeigt ein Ablaufdiagramm, in welchem der sensorseitige Ablauf zur Übertragung von Differenzdruckwerten und Absolutdruckwerten während des laufenden Betriebs skizziert ist. Der in Fig. 4 skizzierte Ablauf erfolgt in vorbestimmten Zeitintervallen. Zunächst wird im ersten Schritt 300 der aktuelle Druckmeßwert P<sub>Mess</sub> eingelesen. Daraufhin wird in Schritt 302 auf der Basis vergangener Werte der Referenzdruckwert P<sub>REF</sub> gebildet und in Schritt 304 auf der Basis des aktuell gemessenen sowie des Referenzdruckwertes der Differenzdruckwert P<sub>DIFF</sub> gebildet. Dieser kann in einem Ausführungsbeispiel ferner einer zusätzlichen Normierung zugeführt werden, welcher den Differenzdruckwert z. B. auf einen Mittelwert aus vergangenen Differenzdruckwerten normiert. Daraufhin wird in Schritt 306 auf der Basis des aktuellen Differenzdruckwertes und eines oder mehrerer vergangener Differenzdruckwerte festgestellt, ob eine signifikante Signaländerung vorliegt. Ist dies der Fall, so wird eine gegebenenfalls laufende Übertragung von Absolutdruckwerten gestoppt, der aktuelle Differenzdruckwert im ersten Wertebereich, der für die Datenübertragung zur Verfügung steht, als Datenwort codiert, der entsprechende Identifier ausgewählt und Identifier samt Datenwort gemäß Schritt 310 abgesendet.

[0033] Wurde im Schritt 304 keine signifikante Signaländerung erkannt, so wird gemäß Schritt 312 der Absolutmeßwert P<sub>Mess</sub> in einem zweiten Wertebereich, der für die Datenübertragung zur Verfügung steht, als Datenwort codiert. Ist in der jeweiligen Anwendung die Wortbreite eingeschränkt, so wird das Datenwort in mehrere Teilabschnitte zerlegt, die entsprechenden Identifier ausgewählt und die Datenübertragung gemäß Schritt 314 bestehend aus Identifier und Datenwort in mehreren Abschnitten durchgeführt. Danach wird im nächsten Zeitintervall der beschriebene Vorgang wiederholt.

[0034] Die dargestellt Vorgehensweise findet insbesondere in Verbindung mit Rückhaltesystemen Anwendung, kann jedoch auch in anderen Systemen mit verteilten Drucksensoren Verwendung finden.

[0035] Ferner ist die Anwendung der am Beispiel von Drucksensoren geschilderten Vorgehensweise nicht auf Drucksensoren beschränkt, sondern wird überall dort angewendet, wo dezentrale Sensoren gleicher Art Differenzwerte als Nutzdaten zu einer gemeinsamen Zentralen senden ohne der Möglichkeit einer Eigenprüfung.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Datenübertragung von einem Sensor zu einer Steuereinheit, wobei die vom Sensor gemessene Größe als Differenzwerte an die Steuereinheit übertragen werden, wobei ferner in wenigstens einem Betriebszustand zusätzlich Absolutmeßwerte derselben Größe übertragen werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Betriebszustand die Initialisierungsphase des den Sensor und die Steuereinheit umfassenden Systems ist.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gemessene Größe Druckwerte sind.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Datenübertragung vorgesehene Wertebereich in mehrere Wertebereiche unterteilt ist, wobei die Differenzdaten in einem ersten Wertebereich, die Absolutdaten in einem zweiten Wertebereich codiert sind.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Datenübertragung Identifier vorgesehen sind, die dem jeweiligen Datenwort vorangestellt sind, und die sich bei Differenzdaten und Absolutdaten unterscheiden.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung über eine strombasierte Zweidrahtschnittstelle erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Übertragung von Absolutwerten und von Differenzwerten während des laufenden Betriebs erfolgt.
8. Sensor, mit einer Schnittstelle zur Übertragung von Daten an eine zentrale Steuereinheit, wobei der Sensor Meßwerte erfaßt, der Sensor ferner einen Baustein enthält, welcher die erfaßten Meßwerte zur Bildung eines Differenzmeßwerts auf einen Referenzwert bezieht, der Baustein ferner eine Übertragung der Differenzwerte und in wenigstens einem vorgegebenen Betriebszustand alternativ der Absolutmeßwerte durchführt.
9. Sensor, dadurch gekennzeichnet, dass es sich um einen Drucksensor in einem Rückhaltesystem für Automobile handelt.
10. Steuereinheit für ein Rückhaltesystem, welches verteilten, dezentralen Sensoren gleicher Art aufweist, wobei die Steuereinheit über eine Schnittstelle von den Sensoren Differenzwerte und Absolutwerte empfängt, die Steuereinheit derart ausgebildet ist, dass die Rückhaltesystemfunktion auf der Basis der Differenzwerte durchgeführt wird, eine Funktionsüberprüfung der Sensoren auf der Basis der Absolutwerte durchgeführt wird.

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

Fig. 1

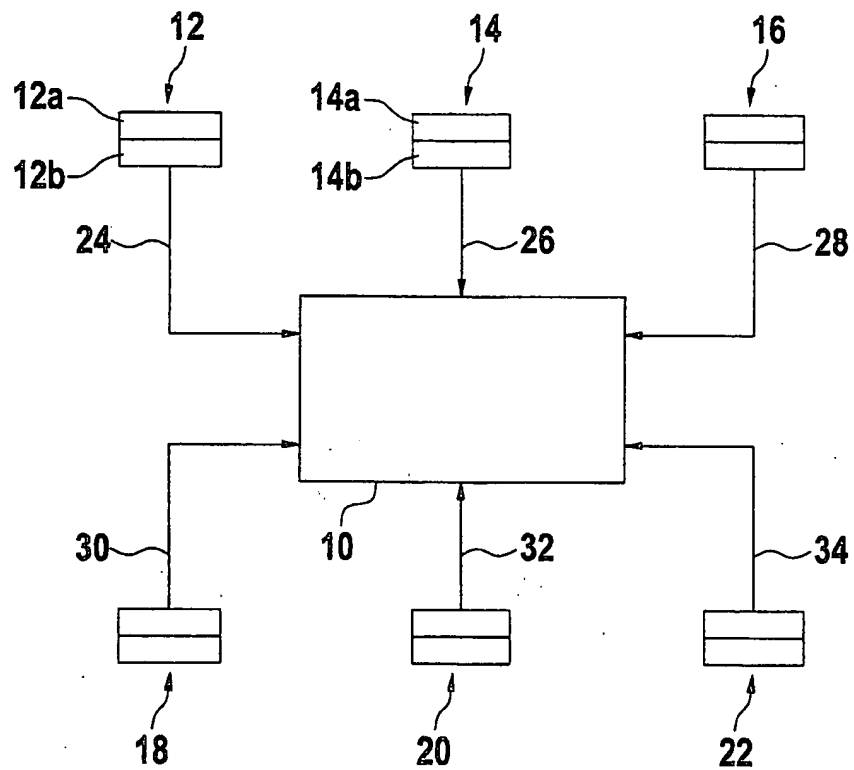


Fig. 2

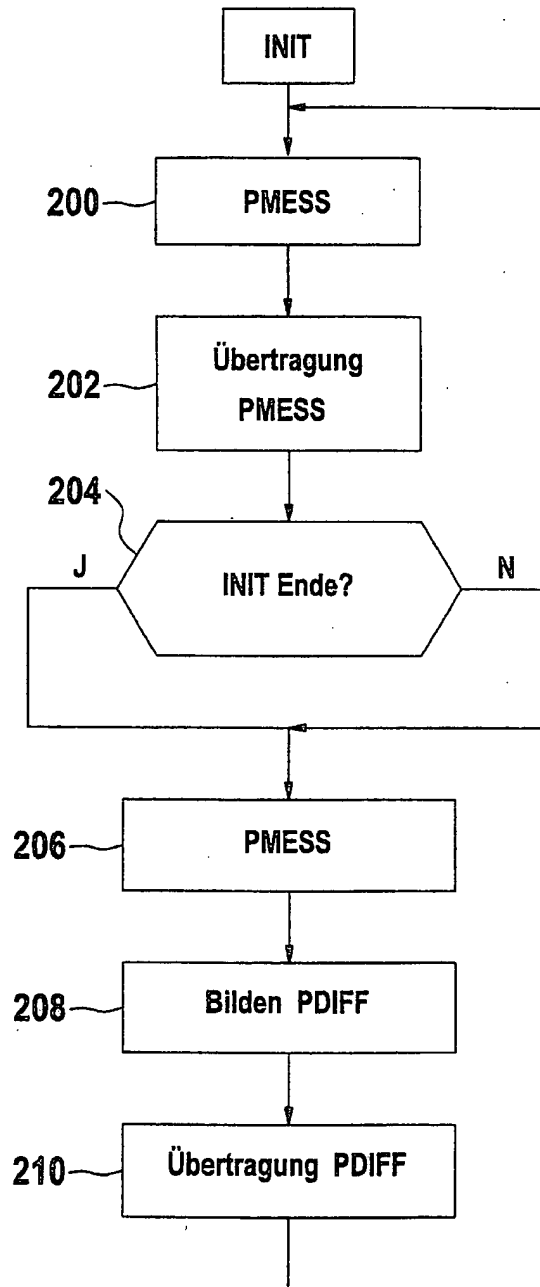
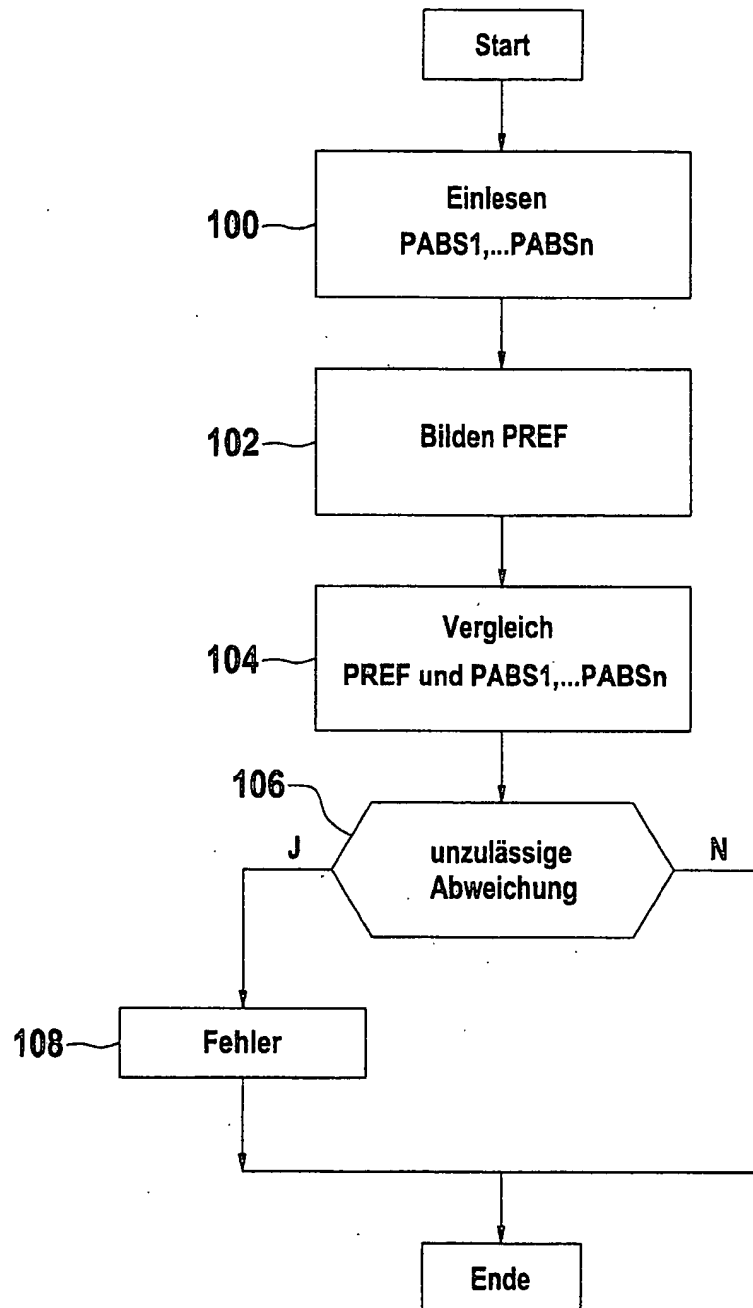


Fig. 3



**Fig. 4**

